ÜBER

CACAO ALS NAHRUNGSMITTEL.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT

VON

H. COHN,

PRACT. ARZT AUS BAHN (POMMERN).

STRASSBURG

VERLAG VON KARL J. TRÜBNER

1894.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der Universität Strassburg.

Referent: **Prof. Dr. Hoppe-Seyler.**

Meiner lieben Mutter,

dem Andenken meines theuren Vaters

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547613_0183

Der Cacao, welcher jetzt in so grosser Menge in den Handel kommt, entweder in Form des Cacaopulvers oder mit Zucker und Gewürzen gemischt in Form der Chocolade, wird gewonnen aus den sogenannten Cacaobohnen, welche die Samen der gurkenähnlichen Früchte des Cacaobaumes sind; dieser wird theils angebaut, theils wächst er wild, besonders in Mittelamerika, und bildet dort ganze Waldungen. Ich übergehe eine Beschreibung des Anbaues, der Gewinnung und Verarbeitung der Cacaobohnen, weil das in den meisten Arbeiten über den Cacao zu lesen ist, und stelle kurz nur diejenigen in der Litteratur enthaltenen Angaben zusammen, die sich auf die Werthschätzung des Cacaos als Nahrungsmittel beziehen. Die Cacaobohnen wurden im Jahre 1520 nach Europa gebracht und zwar von den Spaniern, welche dieselben bei der Eroberung Mexikos im Gebrauch der Eingeborenen vorgefunden hatten. Dort bei den Bewohnern Mittelamerikas war der Genuss des Cacaos seit langem üblich, und zwar bereiteten sie ein Getränk, indem sie die zerstossenen Bohnen mit Wasser aufkochten, die Reichen ohne Zusatz, die Armen unter Zusatz von gestossenem Mais. Zuckerzusatz war nicht üblich, sondern höchstens Zusatz von Honig. Dieses Getränk war sehr beliebt, und es wurde ihm nicht blos die Wirkung eines Genussmittels, sondern auch die eines werthvollen Nahrungsmittels zugeschrieben. Nachdem der Cacao nach Europa übergeführt war, blieb er eine Zeitlang auf

Spanien beschränkt, kam nach Italien, und um die Mitte des 17. Jahrhunderts nach Frankreich. In Deutschland trug zu seiner Verbreitung besonders ein Buch bei, welches Bontekoe, Leibarzt des grossen Kurfürsten, schrieb. Auch unter den Europäern waren die Ansichten über den Werth des Cacaos als Nahrungsmittel im Allgemeinen sehr günstige. Mitscherlich in seiner 1889 erschienenen Monographie über den Cacao führt eine Reihe von Stimmen aus der Litteratur an, die Zeugniss geben von der Beliebtheit der Cacaopräparate. Einer der Pagen des F. Cortez schrieb: «Wer eine Tasse Chocolade getrunken hat, der hält es den ganzen Tag auf der Reise aus, ohne weiteres zu geniessen, besonders in heissen Klimaten, denn die Chocolade ist ihrer Natur nach kalt und kühlend. Die Reisenden in den Urwäldern können nicht genug den Cacao loben und leben Tage lang von ihm». Ein englischer Arzt behauptete, dass er von einer Unze (30 gr.) Chocolade mehr Fett und nährenden Saft ausziehen könne, als von einem Pfunde Rind- oder Schöpsenfleisch, ein Pariser Arzt Buchot verstieg sich sogar zu der Behauptung, dass die Chocolade eine so edle Erfindung sei, dass sie mehr als Nektar und Ambrosia verdiene die Nahrung der Götter zu sein. Solchen Cacaoschwärmern standen allerdings nicht minder energische Cacaohasser gegenüber, von denen Benzoni z. B. der Ansicht war, dass der Cacao ein Getränk sei, das sich eher für Schweine als für Menschen eigne.

Diesen Urtheilen aus älterer Zeit darf man wohl nicht ein allzugrosses Gewicht beilegen, da sie sich weder auf chemische Untersuchung noch auf Fütterungsversuche stützen, sondern auf subjectiver Empfindung beruhen. Eine einigermassen sichere Beurtheilung des Nährwerthes der Cacaopräparate war erst möglich, als man durch chemische Untersuchung die Zusammensetzung kennen lernte. Der erste Untersucher Lampadius, dessen Arbeit 1828 erschien, äusserte sich nicht über den Nährwerth, sondern hob nur hervor, dass ausser dem Fett noch Eiweiss, Stärke und Schleim als Nahrungsmittel vorhanden wären. Von den späteren Autoren sind besonders die französischen sehr enthusiastisch

in der Beurtheilung des Cacaos. Payen (1856) erklärte den Cacao für eine substance d'un éminent pouvoir nutritif. Rabuteau hielt den Cacao nicht allein für ein hervorragendes Nahrungsmittel, sondern auch für ein aliment d'épargne, ein Sparmittel, indem er letztere Wirkung dem Theobromin zuschob. Er fütterte 2 Hunde von etwa gleicher Grösse, den einen mit täglich 20 gr. Brod, 10 gr. Butter und 10 gr. Zucker, den anderen mit 20 gr. Cacaopulver, einem Infus von 20 gr. Thee und 10 gr. Zucker und beobachtete, wie der erste Hund abnahm und nach 29 Tagen starb, während der zweite an dem Tage, da sein Gefährte starb, noch ziemlich wohl war, wenn auch ein wenig abgemagert. Wägung oder irgend welche genauere Bestimmung wurde nicht gemacht. Rabuteau schloss aus diesem Versuch einen eminenten Nährwerth des Cacao und glaubte, dass ein Mensch, der täglich 150 gr. einer Mischung von

Cacao . . .	1000,
Caffeeinfus . .	500,
Theeinfus . .	200,
Zucker . . .	500

zu sich nehme, so monatelang sich nähren könne. Er war davon so überzeugt, dass er entschlossen war, sich selber dieser Ernährung zu unterwerfen, «wenn er in die Lage kommen sollte, Mangel an Nahrung zu leiden», und empfahl der französischen Regierung dringend, während der Belagerung von Paris von der Mischung Gebrauch zu machen. Die deutschen Autoren sind nicht ganz so schwärmerisch. Mitscherlich allerdings ist ebenfalls der Ansicht, dass der Cacao, wenn auch nicht für längere Zeit, dem Menschen wohl als alleiniges Nahrungsmittel dienen könne.

Um über den Nährwerth einer Substanz ein Urtheil finden zu können, müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein. Es muss die Zusammensetzung der Substanz bekannt sein, es muss bekannt sein, wie die in dem Nahrungsmittel enthaltenen Nährstoffe zur Ausnutzung im Darm kommen, d. h. resorbirt werden, endlich ob das Mittel ertragbar ist und somit in den Mengen aufnehmbar, die einen grösseren

Nähreffect erwarten lassen. Nach diesen Gesichtspunkten soll in der vorliegenden Arbeit der Cacao betrachtet werden.

A. Chemische Untersuchung über die Nährstoffe des Cacaos.

Die für die Ernährung in Betracht kommenden Bestandtheile des Cacaos sind Eiweisskörper, Kohlehydrate, Fette und das Theobromin.

I. Fette.

Bezüglich der Fette sind die Angaben immer ziemlich übereinstimmend gewesen. 48—52 % wurden angegeben. Ich selber benutzte zu allen meinen Bestimmungen nur rohe, geschälte Caracasbohnen, Caracasmasse, und ein Handelspulver, das eine Mischung verschiedener Cacaosorten darstellte. Die Fettbestimmung wurde nach der gewöhnlichen Methode gemacht, indem eine abgewogene Menge Cacao in der ersten Zeit einfach im Kolben, später im Soxhlet'schen Apparat mit Aether extrahirt wurde.

Rohe Bohne . . .	48,2 —50,2 %,
Masse	49,3 —51,9 »
Handelspulver . .	32,65—33,2 »

Das letztere war in der Fabrik durch Auspressen von einem Theil seines Fettgehaltes befreit worden. Das Cacaofett enthält keine freie Säure, bleibt aus der Aetherlösung gelb gefärbt zurück, fällt aber aus kochender Alkohollösung in weissen Flocken beim Erkalten aus, indem der Färbstoff in Lösung bleibt. Es wird sehr schwer ranzig, ich konnte Cacaobutter Monate lang in offener Schale unverändert erhalten.

II. Eiweissstoffe.

Ueber die Qualität der Eiweisskörper des Cacaos liegen sehr spärliche Angaben vor, etwas reichlichere, aber nicht übereinstimmende über den Procentgehalt des Cacaos an Eiweiss. Ueberhaupt sind die Eiweisskörper bei den bisherigen Untersuchungen etwas stiefmütterlich behandelt worden. Sie sollen deshalb näher betrachtet werden.

Ueber die Qualität der Eiweisskörper macht Mitscherlich eine kurze Bemerkung. Er sagt, dass der Kaltwasser-

auszug der Bahiabohne durch Kochen eine kaum merkbare Trübung erführe, also kein gelöstes Eiweiss enthalte. Daraus, dass er durch Essigsäure keinen Kleber erhielt, sondern nur durch NaOH- und KOH-Extraction die Proteïnverbindung in grösserer Menge extrahirt werden konnte, schloss er, dass das Eiweiss in coagulirtem Zustand in den Bohnen enthalten sei, wofür auch der granulöse Zustand des Zellinhaltes spräche. «Möglicherweise kann das Gerinnen des Eiweisses durch die Behandlung der frischen Bohnen, besonders durch das Rotten, bedingt sein».

Trojanowsky wiederholt die Angabe und stimmt ihr zu. Zipperer gibt gegenüber Mitscherlich die Anwesenheit wasserlöslicher Eiweissstoffe an; er betrachtet die Alkoholfällung des Wasserauszugs als Eiweiss und zwar als Pepton und fand 4,25%.

Die Behandlung, welche der Cacao durchzumachen hat, ehe er in den Handel kommt, legt in der That die Möglichkeit nahe, dass die ursprünglich in anderer Form vorhandenen Eiweisskörper in Folge dieser Behandlung coagulirt werden. Die frisch vom Baum gewonnenen Bohnen, welche farblos sind, werden entweder zu Haufen aufgeschüttet und, mit Blättern bedeckt, der Sonne ausgesetzt oder in anderen Gegenden in Fässern in die Erde gegraben. In beiden Fällen tritt eine Erwärmung, eine Art Gährung, ein, mit chemischen Veränderungen, die von den meisten Autoren als ziemlich tiefgreifende betrachtet werden. Ein äusseres Zeichen dieser Veränderungen ist die Bildung des Pigments, das die vorher farblosen Bohnen jetzt dunkelbraun färbt.

Doch ist dies auch die einzige sicher bewiesene chemische Veränderung in Folge des Rottens der Bohnen. Eingreifender dürfte eine andere technische Behandlung sein, der man später die Bohnen unterwirft, um sie von den Schalen zu befreien und ihr Aroma zu erhöhen, nämlich das Rösten. Dasselbe wird bei einer Temperatur von 115—130° vorgenommen und zwar in einzelnen Fabriken, indem die Bohnen in grossen Trommeln ähnlich wie Kaffeebohnen geröstet werden, in andern, indem sie gespannten Wasserdämpfen ausgesetzt werden.

Zur Isolirung der Eiweisskörper werden Extractionsverfahren angewendet, und zwar mit Wasser, mit Salzlösungen, mit Laugen und mit Alkohol.

1. Wasserextraction.

Zu gleicher Zeit werden 3,233 gr. rohe, geschälte und auf feinem Reibeisen zerriebene Bohnen und 3,243 gr. ebenso zerriebene Masse mit 100 cbcm. Wasser übergossen und unter häufigem Umrühren 20 Stunden stehen gelassen, dann filtrirt. Das Filtrat der rohen Bohnen giebt sämmtliche Eiweissproben, d. h. sofortigen Niederschlag bei Kochen mit CH_3COOH oder HNO_3 allmälig im Laufe einer Stunde entstehenden Niederschlag durch $CH_3COOH + K_4FeC_6N_6$ oder $CH_3COOH + Na_2SO_4$, Trübung durch überschüssigen Alkohol, das Filtrat der Masse, d. h. des gerösteten Cacaos, gibt diese Reactionen nicht. Nur die Millon'sche Reaction geben beide Filtrate. Doch scheint diese Reaction bei den stets hellbraun gefärbten Filtraten nicht anwendbar; denn die bräunlich rothen Flecken, welche ausfallen, verdanken ihre Farbe dem Cacaofarbstoff, der bei der Millon'schen Reaction der Flüssigkeit entzogen wird. Peptonreaktion gelingt in keinem der Filtrate, der Alkoholniederschlag im Filtrat der rohen Bohne ist in Wasser nicht wieder löslich. Die Extracte reagiren neutral. Diese Extraction wurde mit gleichem Resultat wiederholt.

Es ist also ein wasserlöslicher Eiweisskörper vorhanden, und zwar nicht Pepton, sondern Albumin. Dasselbe findet sich nur in den rohen Bohnen, nicht in den gerösteten. Die vorhandenen Albumine sind also durch das Rösten in eine wasserunlösliche Modification übergeführt worden.

In einem Wasserextract von 6,0 gr. der rohen Bohne wurde einmal quantitative Bestimmung des Eiweisses ausgeführt und zwar durch überschüssigen Alkohol gefällt. Es ergab 2,79 %.

2. Extraction durch Salzlösungen.

Zur Extraction wurde immer 10 % $MgSO_4$-Lösung benutzt. NaCl-Lösung wurde vermieden, weil aus ihr die

Eiweisskörper in schleimiger Consistenz ausfallen und die Filtration erschwert ist. Es wurde nur qualitative Untersuchung getrieben, da die Möglichkeit, die Gesammtmenge der im Cacao enthaltenen Eiweisskörper so zu isoliren und quantitativ zu bestimmen, bald aufgegeben wurde. Die $MgSO_4$-Extracte sind hellbraun und gut durchsichtig wie die Wasserextracte, es fallen die Eiweisskörper aus ihnen schwach gelblich, also wenig Cacaofarbstoff enthaltend aus.

a) Rohe Bohne.

3,2118 gr. werden mit 120 cbcm. 1% $MgSO_4$-Lösung 5 Stunden macerirt, abfiltrirt, das Filtrat mit $MgSO_4$ in Substanz gesättigt. Nach dem Stehen über Nacht zeigt sich am nächsten Morgen ein Niederschlag, der, auf das Filter gebracht, in 10% $MgSO_4$-Lösung wieder löslich ist und aus dieser Lösung durch Erhitzen ausgefällt werden kann.

Der Rückstand der ersten Extraction wurde noch einmal mit 120 cbcm. $MgSO_4$ behandelt, nach Sättigung des Filtrats mit $MgSO_4$ entstand wieder ein Niederschlag, der in 10% $MgSO_4$ sich löste und aus der Lösung durch Erhitzen gefällt wurde. Dieser Versuch wurde mehrmals wiederholt und gelang in derselben Weise.

Einmal wurde auch versucht, aus der 10% $MgSO_4$-Lösung statt durch Sättigung mit $MgSO_4$ durch Zusatz reichlichen Wassers eine Fällung hervorzurufen. Es trat da zwar eine Trübung, aber nicht deutlicher Niederschlag auf, doch ist das erklärlich; denn da auf die Dialyse verzichtet wurde, so musste man, um die Salzlösung genügend zu verdünnen, sehr viel Wasser anwenden, so dass die geringe Eiweissmenge sehr vertheilt war.

Die Löslichkeit in 10% $MgSO_4$-Lösung, Fällbarkeit durch Sättigung mit $MgSO_4$, erneute Löslichkeit der Fällung in 10% $MgSO_4$ charakterisirt die gefällten Substanzen als Globuline. Dementsprechend gaben die Extracte alle Eiweissreactionen. Eigenschaften der Globuline zeigten sich auch sonst. Denn aus der 10% $MgSO_4$-Lösung fielen bei längerem Stehen die Eiweisskörper aus, indem die Globuline sich um-

setzten in Albuminate resp. coagulirte Eiweissstoffe; auch die durch Sättigung mit $MgSO_4$ ausgefällten Globuline veränderten sich bei längerer Berührung mit dem darüber stehenden Wasser derartig, dass sie nicht mehr wie vorher in 10% $MgSO_4$-Lösung löslich waren.

Die Ausfällung der Globuline in 10% $MgSO_4$-Lösung gelang nicht nur bei 30—35°, sondern auch bei Zimmertemperatur (16—20°).

b) Masse (geröstete Bohne).

Die Versuche mit Cacaomasse wurden gleichzeitig und parallel gehend mit den Versuchen mit roher Bohne gemacht, so dass die Differenzen durch den Vergleich auffielen.

3,3477 gr. Masse und 120 cbcm. $MgSO_4$-Lösung, Filtration nach 5 Stunden, Sättigung mit $MgSO_4$. Am nächsten Morgen zeigt sich noch kein Niederschlag, während derselbe im Extract der rohen Bohnen schon vorhanden war. Nach weiteren 12 Stunden tritt im Extract der Masse ebenfalls ein Niederschlag auf, der bei Wasserzusatz zu der gesättigten $MgSO_4$-Lösung sich wieder löste. Es handelt sich auch hier um Globuline. Der Niederschlag im Extract der Masse war nur wenig spärlicher als der im Extract der Bohne, so dass man annehmen muss, dass die Globuline trotz des Röstverfahrens zum grösseren Theil unverändert sich erhalten haben.

3. Alkaliextraction.

Nach einigem Probiren mit anderen Laugen wurde später zur Extraction 1‰ KOH-Lösung benutzt. Sämmtliche Alkaliextracte haben die unangenehme Eigenschaft, dass sie fast undurchsichtig dunkelbraun gefärbt sind durch in Lösung gegangenen Cacaofarbstoff, und dass die Eiweisskörper, einen Theil des Farbstoffs mitreissend, in Form dunkelbrauner Flocken aus den Extracten ausfallen. KOH, NaOH, BaOH, $Mg(OH)_2$ sind darin einander gleich. Von allen Extractionsverfahren bieten die Alkaliextractionen die beste Chance für eine quantitative Bestimmung der im Cacao enthaltenen Eiweisskörper, und es wurde dieselbe auf diesem Wege auch

versucht. Zur qualitativen Untersuchung sind die Alkaliextractionen nicht geeignet, denn in den Laugen lösen sich alle Eiweisskörper als Alkalialbuminate. Allerdings ist das ja noch ein strittiger Punkt, indem manche Autoren angeben, dass in ganz schwachen Alkalien, z. B in 1‰ KOH, die Eiweisskörper unzersetzt löslich wären und aus diesen Lösungen durch Neutralisation derselben in ihrer ursprünglichen Form wieder ausgefällt werden könnten. Ich kam zu der Ueberzeugung, dass die Eiweisse in meinen Alkaliextracten in Form von Alkalialbuminaten vorhanden waren. Dafür sprach Verschiedenes. Wenn ich zum alkalischen Extracte H_2SO_4 oder CH_3COOH zufügte behufs Ausfällung der gelösten Eiweisse, so war die Flüssigkeit schon sauer, wenn noch nicht ganz die dem vorhandenen Alkali äquivalente Säuremenge zugefügt war. Ich erkannte das daran, dass, wenn ich 100 cbcm. der mit 1‰ KOH hergestellten Extractionsflüssigkeit mit $^1/_{10}$ Normal-H_2SO_4 versetzte, die Reaction schon sauer war bei Zusatz einer Menge, welche 100 cbcm. der 1‰ KOH eben neutralisirte. Bei saurer Reaction also fielen die Eiweisskörper aus. Die saure Reaction bei Zufügung der äquivalenten Menge H_2SO_4, das Ausfallen der Eiweisse bei saurer Reaction sprechen dafür, dass es sich handelte um Albuminate, oder, wie man sie ihrer sauren Reaction wegen nennt, «Albuminsäuren». Ein sicherer Beweis für die Anwesenheit von Albuminaten ist darin gelegen, dass die durch Neutralisation entstandenen Eiweissniederschläge sich absolut unlöslich erwiesen in Wasser oder Salzlösungen, wohl aber mit dunkelbrauner Farbe leicht löslich in Sodalösung. Das charakterisirt sie als Albuminate.

Aus den Na_2CO_3-Lösungen fielen die Albuminate bei blossem Stehen nach einigen Tagen aus, indem sie durch die lange Berührung mit Wasser in einen unlöslichen Zustand übergeführt wurden.

Farbenreactionen waren mit der braunen alkalischen Flüssigkeit und den schwarzbraunen Eiweissniederschlägen nicht zu machen, da ihre starke Eigenfarbe jede Farbenreaction störte.

Um die durch 1% KOH extrahirbare Eiweissmenge quantitativ zu bestimmen, wurde mehrmals hinter einander extrahirt, die durch Neutralisation gewonnenen Fällungen aufgenommen, getrocknet, bei 100° gewogen.

Rohe Bohne: 15,39 gr. nach 5maliger Extraction ergaben 4,5%.

Rohe Bohne: 15,15 gr. nach der Entfettung ergaben 7,26% oder bezogen auf das nicht entfettete Material 4,5%.

Handelspulver (geröstet, um 17% entf.): 6,08 und 6,0% oder bezogen auf unentfettetes geröstetes Material = 5,046% und 4,98% durch 1‰ KOH extrahirbares Eiweiss.

Es konnten somit quantitativ nur sehr geringe Mengen Eiweiss durch die Alkaliextraction isolirt werden, sicher nur ein Theil der in den Bohnen enthaltenen Eiweissmenge. Auch die Niederschläge aus den Salzlösungen, wenn sie auch nicht quantitativ bestimmt wurden, schienen ziemlich gering zu sein. Zur Erklärung dieser geringen Ausbeute der KOH-Extraction liegt es nahe, auf die von Mitscherlich angenommene Coagulation der Eiweisskörper durch das Rotten zurückzugehen. Coagulirte Eiweisskörper sind ja in schwachen Alkalilaugen schwer löslich. Wenn durch die Salz- und Wasserextraction Globuline und Albumine nachgewiesen werden konnten, so ist auf Grund der geringen Resultate der Alkaliextraction doch anzunehmen, dass eben nur ein Theil der Eiweisskörper noch in Form von Globulinen und Albuminen vorhanden ist, während der Rest coagulirt und darum der Extraction schwer zugänglich ist.

Auffällig ist, dass die KOH-Extraction des Handelspulvers, also eines gerösteten Materials, dieselben Resultate gab, als die Extraction der rohen ungerösteten Bohne. Doch meine ich, man darf daraus nicht schliessen, dass die Röstung die Eiweisse ganz unverändert liess, zumal sich in Bezug auf die Albumine, wie oben erwähnt, ein Einfluss zeigte. Es kann das verhältnissmässig günstige Resultat beim Handelspulver daraus sich erklären, dass dieses, fabrikmässig dargestellt, in sehr feiner Vertheilung zur Anwendung kam, so dass, wie die mikroskopische Untersuchung ergab, die Zellleiber zum

grössten Theil zerstört waren, während bei der rohen Bohne das nicht in dem Maasse erreicht werden konnte.

4. Alkoholextraction.

Durch Alkoholextraction einen Eiweisskörper zu entziehen, versuchte ich, weil König in seiner Chemie der Nahrungsmittel die Angabe macht, dass sich aus dem Cacao, ebenso wie aus Caffee und Thee, ein nicht näher charakterisirter Eiweisskörper durch kochenden Alkohol extrahiren lasse und ferner wegen der Resultate der später zu erwähnenden Stutzer'schen Eiweissstickstoffbestimmung. Ich extrahirte rohe Bohne und Masse mit absolutem Alkohol und zwar, nachdem ich auf das Sorgfältigste mit Aether entfettet hatte, im Soxhlet'schen Apparat; denn geschah das nicht, so erschienen bei Anwendung von Reagentien behufs Eiweissnachweis sehr störende Ausfällungen von Fett. Entfettete rohe Bohne und Masse wurden mit Alkohol 15 Minuten auf dem Wasserbad gekocht und filtrirt. In dem alkoholischen Filtrat ist eine Reihe von Eiweissreactionen nicht gut anwendbar, weil der Alkohol mit dem Reagens Fällungen gibt. Doch auch die anwendbaren Reagentien gaben keine Eiweissreactionen, so Kochen mit Essigsäure, Quecksilberkaliumjodid. In der Kälte entstand bei Zusatz der Reagentien zuerst stets eine Trübung, die auch bei Wasserzusatz auftritt, und die dadurch, dass sie bei Erhitzen verschwindet, als von ausgeschiedenem Theobromin oder noch vorhandenem Fett herrührend sich kennzeichnet. Ebensowenig wie in den heissen war in den kalten Alkoholextracten Eiweiss nachweisbar.

Das durch kochenden Alkohol aus der entfetteten Bohne gewonnene Filtrat eingedampft, hinterliess einen beträchtlichen, durch das in Alkohol lösliche Cacaoroth violettroth gefärbten Rückstand. Derselbe wurde mit Wasser verrieben und einige Stunden macerirt, dann filtrirt. In dem Filtrat gelang keine Eiweissreaction. Nur durch Millon's Reagens wurde der Farbstoff in rothbraunen Flocken ausgefällt.

Zu den Alkoholextractionen wurden 3—4 gr. Cacao jedes Mal gebraucht.

Nachdem es sich als unmöglich herausgestellt hatte, die Gesammtmenge der im Cacao vorhandenen Eiweisskörper zu isoliren und so quantitativ zu bestimmen, war ich gezwungen, behufs quantitativer Bestimmung der Eiweisskörper zurückzugehen auf die stets angewendete indirecte Methode, nach welcher man den N-Gehalt feststellt und aus ihm schliesst auf den Eiweissgehalt. Der N einer vegetabilischen Substanz wird aber nicht blos geliefert vom Eiweiss, sondern auch von anderen organischen und anorganischen Substanzen. Man scheidet desshalb zweckmässig zwischen Gesammtstickstoff und Eiweissstickstoff einer Substanz. Den letzteren will man finden, denn aus ihm kann man schliessen auf den Eiweissgehalt, indem man nach Ritthausen mit 6,0 multiplicirt. Man findet den Eiweisssstickstoff, entweder indem man den Gesammtstickstoff bestimmt und rechnerisch den N der anderweitig bekannten, nicht eiweissartigen Stickstoffsubstanzen abzieht, oder indem man von vornherein den Eiweisssstickstoff zu bestimmen sucht.

I. Gesammt-N-Bestimmung.

Die N-Bestimmung wurde nach der Kjeldahl'schen Methode ausgeführt und jedesmal etwa 1 gr. Substanz in Anwendung gezogen.

	Angewendete Subst.	Gefundener N.	N %.
Rohe Bohne	a) 1,085	0,02184	2,01 %
	b) 1,075	0,0238	2,214 »
Mittel	—	—	2,112 %
Masse	a) 1,206	0,0378	2,16 %
	b) 1,306	0,04116	2,09 »
Mittel	—	—	2,125 %
Handelspulver	a) 1,206	0,0378	3,134 %
	b) 1,306	0,0416	3,152 »
Mittel	—	—	3,143 %

Die Resultate stimmen nicht ganz überein, denn wenn man den Procentgehalt des auf 33 %, also um 17 %, entfetteten Handelspulvers nach der Formel 3,143 : x = 100 : 83 bezieht auf nicht entfettete Masse, so erhält man für diese 2,60869 %. Das Handelspulver ist eine Mischung verschiedener Cacaosorten. Der N-Gehalt ist aber in den verschiedenen Sorten ungleich, ja in verschiedenen Bohnen einer Sorte ungleich, wie Trojanowsky behauptet, so dass in dem Mischpulver durch Hinzutreten von Cacaosorten, die mehr N enthalten als der sonst von mir angewendete Caracascacao, der N-Gehalt ein wenig gestiegen ist. Ausserdem ist das Pulver sowohl wie die Masse gegenüber der rohen Bohne durch den Wasserverlust bei der Röstung (4—6 %) in seinem N-Procent-Gehalt erhöht.

Wenn man aus diesem Gesammt-N-Gehalt auf Eiweiss schliessen will, müsste man den N der nicht eiweissartigen Substanzen in Abzug bringen. Bekannt ist von solchem im Cacao nur das Theobromin, Spuren von Coffeïn gab James Bell und Zipperer an. Die Autoren also, welche überhaupt schieden zwischen Gesammtstickstoff und Eiweissstickstoff, begnügten sich, den Theobromin-N in Abzug zu bringen. Die Angaben über den Theobromingehalt sind ziemlich wechselnd. Das liegt einmal an den Fehlerquellen der ziemlich umständlichen Darstellungsmethode, dann daran, dass der Theobromingehalt wechselnd ist.

Es gaben an:

Baussingault	2,0 %.
Payen	2,2 »
Trojanowsky	2,5 »
Wolfram	2,5 »
König	1,56 »

jedoch:

Tuchen	0,3—0,6 »
Haussal	0,4—0,8 »
Muter	0,9 »
Zipperer	0,3—0,9 »

Auch ich machte eine Theobrominbestimmung nach der Methode, die Zipperer angibt, und erhielt 0,96 % Theobromin aus dem Pulver = 0,796 bezogen auf nicht entfettete Masse.

Nimmt man als Mittelzahl 1 % Theobromin an, so fällt von dem Gesammt-N 0,311 auf Theobromin N.

Es ist also der Eiweiss-N in:

Rohe Bohne.	Masse.	Handelspulver	
		unentfettet.	auf 33 % entfettet.
1,801 %	1.814 %	2,297 %	2,768 %

Berechnet man daraus durch Multiplication mit 6,0 den Eiweissgehalt, so erhält man:

Rohe Bohne.	Masse.	Handelspulver	
		unentfettet.	auf 33 % entfettet.
10,806 %	10,884 %	13,782 %	16,608 %

Vergleicht man damit die Resultate anderer Untersucher, so finden sich bedeutende Differenzen nur gegenüber den älteren Untersuchern.

Es fanden an Eiweiss:

Boussingault (1854)	20	%.
Payen (1856) und Tuchen . . .	20	»
Trojanowsky	6,5—18	»
Mitscherlich	13,3	»
Laube und Aldendorf . .	13—15	»
Heisch	7 -12	»
König	11,93	»

II. Directe Eiweissstickstoffbestimmung.

Sie wurde vorgenommen nach einer Methode von Stutzer. Dieselbe besteht darin, dass man die Substanz zuerst mit wenige Tropfen Essigsäure enthaltendem Alkohol kocht, dann sich absetzen lässt und die Flüssigkeit auf ein gewogenes Filter abgiesst, den Rückstand darauf mit Wasser unter Zusatz von $Cu(OH)_2$ (zur Fällung der Eiweisse) 10 Minuten kocht, sich absetzen lässt, den Rückstand auf das Filter bringt und seinen N-Gehalt bestimmt. Durch Kochen mit Alkohol und Wasser sollen alle nicht eiweissartigen stickstoffhaltigen Verbindungen entfernt sein, durch Säurezusatz zum Alkohol

und durch $Cu(OH)_2$-Zusatz zum Wasser das Uebergehen von Eiweissen in das Filtrat verhindert sein. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, so wäre dies in der That die rechte Methode zur Bestimmung des Eiweissstoffs.

Die nach dieser Methode gewonnenen Resultate waren:

	Angewandte Substanz.	Gefundener N.	N %.
Rohe Bohne	1,3880	0,0161	1,16 %
	1,296	0,01764	1,36 »
	1,422	0,02072	1,45 »
Mittel			1,323 %
Masse	1,2361	0,01594	1,29 %

Rechnet man diesen N-Gehalt um in Eiweiss, so erhält man an Eiweiss der:

Rohen Bohne:	Masse:
7,938 %	7,74 %.

Es zeigt sich eine Differenz von 3% gegenüber den durch Gesammt-N-Bestimmung und Abzug des Theobromin-N gewonnenen Zahlen. Für diese Differenz fehlt mir eine Erklärung, da ich einerseits bei der vorher erwähnten Alkoholextraction trotz König nie einen Eiweisskörper habe entziehen können und auch in das kochende Wasser in Folge des vorhandenen $Cu(OH)_2$ kein Eiweiss übergehen kann bei der Stutzer'schen Methode, andererseits man ausser dem Theobromin keinen N-haltigen Körper kennt, der jetzt extrahirt die Differenz hätte veranlassen können. Die Zusammensetzung des in ziemlich bedeutender Menge vorhandenen «Cacaoroth» ist allerdings unbekannt.

III. Kohlehydrat.

Das Kohlehydrat ist im Cacao in Form von Stärke vorhanden, Zucker fehlt, denn in den wässerigen Extracten gelang keine Zuckerreaction. Auch die Angaben über den Annylum-Gehalt finden sich ziemlich verschieden.

Es fanden an Stärke:

Lampadius	10,91 %.
Payen	10,0 »
Tuchen	0,53 »
Mitscherlich	14—18 »
Trojanowski	7 »
James Ben	4—5 »
König	11,6—15,1 »
Zipperer	8—11 »

Ich bestimmte einmal den Stärkegehalt im Handelspulver. 9,5796 gr. des Pulvers wurden zuerst im Soxhlet'schen Apparat entfettet, der Rückstand durch Alkohol von Theobromin befreit, der Rückstand zur Ueberführung der Stärke in Glucose mit einer 2 % H_2SO_4-Lösung 6 Stunden lang im Kolben mit Rückflusskühler erhitzt, filtrirt, das gelblich gefärbte Filtrat mit Thierkohle entfärbt, mit Fehling'scher Lösung titrirt. Es ergab sich 13,25 % Glucose. Nach der Sachs'schen Correctionsformel auf Stärke berechnet, ergibt sich im Handelspulver:

$108 : 99 = 13{,}25 : x = 12{,}146\ \%$ Stärke.
Reducirt auf unentfettete Masse $= 12{,}146 \times {}^{83}/_{100} = 10{,}08118\ \%$.

B) Ausnutzbarkeit des Cacaos.

Zur Feststellung der Ausnutzbarkeit stehen 2 Methoden zu Gebote, die eine der Ausnutzungsversuch am lebenden Organismus, die andere die Behandlung des Nahrungsmittels mit künstlich dargestellten Verdauungssäften ausserhalb des Körpers, im Becherglas. Es kann wohl kein Zweifel sein, dass, wie Pfeiffer mit Recht betont, die höhere Instanz der Versuch am lebenden Organismus ist, ja man muss, um zu einer sichern Anschauung über die Ausnutzung eines Nahrungsmittels im menschlichen Darmkanal zu kommen, den Verdauungsversuch am Menschen machen. Doch gebührt bei den mannigfachen, manchmal recht störenden Fehlerquellen, welche dem Ausnutzungsversuch am lebenden Organismus anhaften und schwer zu übersehen sind, auch dem künstlichen Verdauungsversuch noch eine Bedeutung.

I. Künstliche Verdauungsversuche.

a) mit künstlichem Magensaft.

Derselbe wurde so hergestellt, dass die abpräparirte Schleimhaut des Schweinemagens zerhackt und extrahirt wurde mit etwa 3 l Wasser, welchen 12 cbcm. concentrirte HCl zugesetzt war. 1—2 gr. der Substanz wurden mit 250 gr. des künstlichen Magensaftes 2 Tage lang bei 40° behandelt, dann die Flüssigkeit abfiltrirt, der Verdauungsrückstand getrocknet und in ihm eine N-Bestimmung gemacht.

Diejenigen Resultate, welche mit demselben Verdauungssaft gewonnen sind, werden zusammengestellt als einer Verdauungsreihe angehörig, denn da die verdauende Kraft der von verschiedenen Schweinemagen gewonnenen Säfte nicht gleich zu sein braucht, lassen sich die Resultate verschiedener Reihen nur annähernd vergleichen.

b) Mit künstlichem Magen- und Pankreassaft.

Möglichst von Fett befreites, fein zerhacktes Rindspankreas wurde mit 2 l Wasser unter Zusatz von $^1/_2$% Na_2CO_3 extrahirt und zwar 24 Stunden, dann filtrirt.

Die Substanz wurde zuerst 36 Stunden mit Magensaft, dann 12 Stunden mit Pankreassaft behandelt, filtrirt, im Rücktand N-Bestimmung ausgeführt.

A. Magensaft.

	Angew. Substanz.	N %	Gefundenen N im Rückstand der Verdauung.	N % im Rückst.	Verdauter N der angew. Substanz.	Verdaute % des N.	Verdauungsreihe.
a) Rohe Bohne .	1,7265 gr.	2,13	0,0216	1,16%	0,97 %	**45 5 %**	1.
	1,7045 »	2,13	0,02186	1,28 »	0,85 »	**40 »**	1.
	0,8906 »	2,13	0,01232	1,38 »	0,075 »	**35,2 »**	2.
b) Entfettete Masse	1,19 »	4,26	0,02912	2,44 »	1,82 »	**42,7 »**	3.
	1,554 »	4,26	0,0245	1,57 »	2,69 »	**63,1 »**	3.
c) Rohe Bohne . .	0,7376 »	2,112	0,0588	0,75 »	1,362 »	**64,5 »**	2.
d) Entf. Bohne . .	1,3765 »	4,224	0,02218	1,61 »	2,614 »	**61,8 »**	3.
	1,545 »	4,224	0,02422	1,57 »	2,654 »	**62,5 »**	3.
e) Handelspulver .	1,822 »	3,143	0,0308	1,74 »	1,503 »	**47,8 »**	4.
					Mittel:	**51,45%**	

B. Magen- und Pankreassaft.

f) Entf. Handelspulver	1,63 gr.	4,69	0,63164	1,94%	2,75 %	**58,58%**	5.
	1,536 »	4,69	0,03836	2,5 »	2,19 »	**46,7 »**	5.
					Mittel:	**52,64%**	

Die Resultate der künstlichen Verdauung, wenn sie auch im einzelnen variiren, wie das bei solchen Versuchen immer eintritt, zeigen doch deutlich, dass ein relativ geringer Antheil der N-haltigen Substanzen durch die Verdauungssäfte gelöst werden konnte, in keinem Falle mehr als 64%. Zieht man dann noch in Betracht, dass ein Theil des (stickstoffhaltigen) N von dem Theobromin geliefert wird und dass dieses bei Anwendung von 1—2 gr. Cacao und 250 gr. Verdauungssaft wohl zum grossen Theil in Lösung geht, dann fällt die Verdauungsgrösse des Eiweisses noch schlechter aus.

II. Stoffwechselversuch.

Ich machte den Versuch an mir selbst, indem ich eine Nahrung nahm, in welcher ein Theil des N durch Cacao geliefert war und zwar 4 Tage hindurch. Die Nahrung wurde auf ihren Gehalt an den Nährstoffen untersucht, von den Ausgaben Harn und Fäces untersucht.

a) Zusammensetzung der Einnahmen.

I. Handelspulver.

N%.	Fett.	Stärke.	Theobromin.
3,143	33 %	12,146 %	1,205 %

II. Weissbrot.

Angewendete Menge der Trockensubst.	Gef. N.	N %.
1,5046 gr.	0,02884 gr.	1,92 %
1,644 »	0,03248 »	1,98 »
		Mittel: 1,95 %

Ein Weissbrot enthält also:

Wasserhält. Subst.	Trocken-substanz.	N.	Kohlehydrat.
116,5 gr.	88,9 gr.	1,74 gr	75 gr.

III. Fettfreies Fleisch.

N-Gehalt = 3,4 % nach Voit.

IV. Butter.

Fettgehalt = 80 %.

V. Zucker.

b) Analyse der Ausgaben.

I. Fäces.

Tag.	Versuchstag.	Gewicht des feuchten Kothes.	Procent Wassergehalt.	Trockenkoth.	N% im feuchten Koth.	N% auf Trockenkoth berechnet.	Gesammt-N im Koth.	% Fett im Trockenkoth.	Gesammt-Fett.
		gr.	%	gr.	%	%	gr.	%	gr.
4. u. 5. VII.		490	72,8	133,28	1,812 1,816	6,67	8,8898	9,8	13,06
					Mittel: 1,814				
6., 7. u. 8. VII.	1, 2 u. 3.	738	72,36	203,98	1,69 1,70	6.15	12,546	4,05	8,258
					Mittel: 1,70				
9. VII.	4	73	64,6	25,842	1,95 1,88	5,41	1,397	1,92	0,4984
					Mittel: 1,915				

II. Harn.

Tag.	Versuchstag.	Menge.	Gesammt-N.	
3. VII. . . .	—	940	—	14,76 gr.
4. VII. . . .	—	910	—	14,98 »
5. VII. . . .	—	980	—	16,596 »
6. VII. . . .	1	725	11,165 11,2462	Mittel: 11,2056 »
7. VII. . . .	2.	731	10,136 10,0737 10,1556	Mittel: 10,1217 »
8. VII. . . .	3.	655	10,477 10,612	Mittel: 10,542 »
9. VII. . . .	4.	900	12,2472 13,2552	Mittel: 12,7512 »

Gegenüberstellung von Ausgaben und Einnahmen.

	Einnahmen.				Ausgaben.		
		Stickstoff.	Fett.	Kohlehydrate.	Harn.	Koth.	
						Durchschnitts-N.	Durchschnitts-Fett.
1. Tag . .	120 gr. Cacao	3,7716	39,61	14,5752	11,2056	3,846	2,1862
	50 » Zucker . . .	—	—	50			
	2 Weissbrote . . .	3,48	—	150			
	200 gr. Fleisch . . .	6,8	—	—			
	20 » Butter. . . .	—	16	—			
		14,0516	55.61	214,5752			
2. Tag . .	110 gr. Cacao	3,4573	36,3	13,3606	10,1217	3,846	2,1862
	60 » Zucker . . .	—	—	60			
	2 Weissbrote . . .	3,48	—	150			
	200 gr. Fleisch . . .	6,80	—	—			
	20 » Butter. . . .	—	16	—			
		13,7373	52,3	223,3606			
3. Tag . .	100 gr. Cacao	3,143	33	12,146	10,542	3,846	2,1862
	30 » Zucker . . .	—	—	30			
	2 Weissbrote . . .	3,48	—	150			
	237 gr. Fleisch . . .	8,58	—	—			
	20 » Butter. . . .	—	16	—			
		14,681	49	192,146			
4. Tag . .	130 gr. Cacao	4,0259	42,9	15,7898	12,7512	3,846	2,1862
	50 » Zucker . . .	—	—	50			
	2 Weissbrote . . .	3,48	—	150			
	200 gr. Fleisch . . .	6,80	—	—			
	20 » Butter. . . .	—	16	—			
		14,3659	58,9	215,7898			

Ich glaubte bei Beginn des Versuches gut zu thun, wenn ich die Fäces des 4. Tages gesondert von denen der ersten 3 Tage sammelte, denn ich meinte, in den Fäces vom 4. Tage nach 3tägiger vorhergegangener Cacaodiät ein besonders gutes Material zur Beurtheilung der Cacaoausnutzung erwarten zu dürfen. Jetzt aber, nachdem ich die Fäces gesondert untersucht habe, halte ich es für besser, die Trennung fallen zu lassen und nicht die an einem Tage aufgenommene Nahrung zu vergleichen mit den Ausgaben eines Tages, sondern die in den gesammten 4 Tagen aufgenommene Nahrung zu vergleichen mit der Gesammtausgabe der 4 Tage. Und zwar das aus folgendem Grunde: Der Koth war nicht abgegrenzt worden und da, wie die Tabelle der Ausgaben ergibt, der Trockenkoth des 4. Tages nur 25,842, der Durchschnittstrockenkoth der ersten drei Tage aber 67,966 gr. beträgt, so ist die Annahme berechtigt, dass von den Nahrungsresiduen des 4. Tages ein Theil erst mit dem Koth des 5. Tages ausgeschieden wurde, welcher nicht mehr untersucht wurde. Da vermuthlich von der Nahrung des dem 1. Versuchstage vorausgehenden Tages ebenso ein Theil übergegangen war in den Koth des 1. Versuchstages, so dürfte man hoffen, durch die Summirung aller Tage dieses plus und jenes minus zu eliminiren. Die Betrachtung der Tabelle zeigt übrigens, dass wenn auch der Gesammt-N in den Fäces des 4. Tages geringer ist als der der übrigen Tage, doch der N-Procent-Gehalt in den Fäces des 4. Tages nicht wesentlich verschieden ist von dem der andern Tage und ist insofern die gesonderte Untersuchung doch von Interesse, da sie eine Gleichmässigkeit der N-Ausnutzung während des Versuches zeigt. Dieselbe Gleichmässigkeit zeigt sich nicht in der Fett-Ausscheidung, denn der Procent-Gehalt der Fäces des 4. Tages ist kleiner als der der Fäces der ersten Tage. Da die Fäces der dem Versuch vorhergehenden Tage noch mehr Fett enthielten, so könnte eine Beimischung von Nahrungsresiduen des vorhergehenden Tages zum Koth des 1. Versuchstages die Ursache dieser Differenz sein. Jedenfalls beweist der geringe Fettgehalt der Fäces des 4. Tages die gute Resorption des Cacaofettes.

1. Eiweissausnutzung.

Um zuerst die Ausnutzung der Eiweissstoffe nach den Tabellen zu ermitteln, so stelle ich die Gesammt-N-Aufnahme der Gesammtstickstoffausgabe gegenüber:

Gesammt-N-Aufnahme.	Gesammt-Ausgabe in	
	Fäces	Harn.
14,0516 gr.	—	—
13,7373 »	—	—
14,681 »	—	—
14.3659 »	—	—
56,8358 gr.	13,943 gr.	44,6205 gr.

Das würde heissen, dass 24,5% des eingenommenen N im Koth wieder erschienen sind. Doch ist diese einfache Rechnungsart nicht anwendbar, denn sie gibt kein Bild darüber, wie der N des Cacaos ausgenutzt wurde. Es lieferte ja der Cacao nur einen Theil des N der Nahrung, während der übrige grössere von Fleisch und Weissbrot geliefert wurde, deren N anders resorbirt wird. Man muss also gesondert die einzelnen Bestandtheile der Nahrung in Betracht ziehen.

Unter den 56,8358 gr. N der Einnahmen traten auf als:

Fleisch-N.	Weissbrot-N.	Cacao-N.
28,458 gr.	13,92 gr.	14,4578 gr.

Nach Rubner erschienen im Koth vom Fleisch-N 2,6%, vom Weissbrot-N 20%. Also war unter den 13,943 gr. N der Fäces.

Fleisch-N.	Weissbrot-N.	Cacao-N.
0,740 gr.	2,784 gr.	10,419 gr.

= 72% unverdauten Cacaostickstoffs.

Diese Berechnung schliesst einen Fehler ein, welcher leider noch allen Stoffwechsel- und Ausnutzungsversuchen anhaftet, den, dass der N der Fäces nicht allein geliefert wird von den Residuen der Nahrung, sondern auch von den Se-

kreten, die in den Darm entleert werden und von den abschilfernden Epithelien der Darmwand. Daher entleert ja auch das hungernde Thier von Zeit zu Zeit Koth. Es erscheint somit der verdaute N-Antheil der Nahrung bei einfachem Abzug des Koth-N vom Nahrungs-N geringer als er wirklich ist und zwar zu gering um den von dem Körper selbst gelieferten und mit dem Koth ausgeschiedenen N. Daraus folgt, dass der verdaute Antheil der Nahrung mindestens gleich Nahrung minus Koth, in den meisten Fällen aber grösser ist. Je geringer der N-Gehalt einer Nahrung, je voluminöser dieselbe, um so grösser ist der von den Verdauungssäften und Epithelien gelieferte Antheil des Koth-N und um so grösser ist der Fehler, um so schlechter erscheint die Ausnutzbarkeit der Nahrung. Dieser Fehler wäre nur dann sicher und ganz eliminirbar, wenn es gelänge, in dem Koth den N der Verdauungssäfte und Epithelien zu trennen vom Nahrungsstickstoff. Das ist leider trotz mannigfacher Versuche, besonders der landwirthschaftlichen Chemiker, noch nicht gelungen. Pfeiffer glaubte allerdings eine sichere Methode gefunden zu haben, indem er den frischen Koth mit künstlichem Magensaft behandelte und den in Lösung gehenden N des Kothes als Stoffwechsel-N ansah. Indessen vermochte er weder den sichern Beweis zu liefern, dass neben Stoffwechsels-N nicht auch N der Nahrungsresiduen in Lösung ging, noch dass aller Stoffwechsel-N so dem Koth entzogen wurde.

Noch weniger berechtigt ist es, nach Henneberg und Stohmann den Stoffwechsel-N dem N der aus dem Koth extrahirbaren Gallenbestandtheile, oder nach Kellner der Differenz zwischen natürlicher und künstlicher Verdauung gleichzusetzen. Auch der N des Hungerkoths ist kein Massstab für den Stoffwechsel-N bei Nahrungsaufnahme, wenn er auch durch Verdauungssekrete allein geliefert wird, denn nach Versuchen von Rieder im physiol. Institut von Voit ist die Sekretion in den Darm bei Nahrungsaufnahme viel grösser als im Hunger, wie das von vornherein selbstverständlich war. Da also eine Bestimmung des Stoffwechsel-N

in dem Versuchskoth selbst noch nicht möglich ist, so benutzt man am besten zur Correction die Zahlen, welche Rieder nach Versuchen bei Voit gab, indem er Menschen mehrere Tage mit stickstofffreier Kost nährte und dann den Koth-N bestimmte, welcher letzterer dann ja nur Stoffwechselstickstoff sein konnte. Er fand eine Durchschnittsmenge von 0,73 gr. täglich. Zwar lässt sich auch diese Angabe natürlich nicht verallgemeinern, doch ist sie hier anwendbar, weil die Menge der Trockensubstanz, die Rieder als Nahrung gab, wenig verschieden ist, von der, die ich nahm.

Also von den 24,4578 aufgenommenen Cacao-N gehen in die Fäces über $10{,}419 - 4 \times 0{,}7 = 7{,}619 = 52{,}7\,\%$.

Durch die eben ausgeführte Correction ist vielleicht etwas zuviel Stoffwechsel-N in Abzug gebracht worden, da ein Theil desselben bereits eliminirt war durch Berücksichtigung des von Fleisch und Weissbrot gelieferten N, der, wie Rubner besonders für Fleisch angab, zum Theil Stoffwechselstickstoff ist.

Wenn ich also schliesslich gefunden habe, dass von dem eingenommenen Cacaostickstoff 52,7 % unverdaut im Koth wieder erschienen sind, so ist damit noch nicht gesagt, dass eben soviel Procent vom Eiweiss des Cacaos unverdaut geblieben sind, denn zum Cacao-N steuert ja nicht blos das Eiweiss, sondern auch das Theobromin bei. Nahm ich oben als Mittelzahl des Theobromingehalts für die rohe Bohne 1 % an, so entspricht das 1. $\frac{100}{80} = 1{,}205\,\%$ für das um 17 % Fett befreite Handelspulver gleich 5,543 gr. Theobromin für die in den 4 Tagen aufgenommenen 400 gr. Cacao

$= 5{,}543 \times 0{,}311 = 1{,}723872$ gr. Theobromin-N.

Man erhält also als:

Aufgenommenen Eiweiss-N.	Ausgeschiedenen Eiweiss-N.
12,7339 gr.	5,8951 gr.

$= 46{,}3\,\%$ unverdauten Eiweisses, wenn man annimmt, dass sämmtliches Theobromin des Cacaos unverdaut den Darm

passirte und seinen N in Abzug bringt vom übrigen Kothstickstoff.

Bei der eben durchgeführten Berechnung habe ich absichtlich die Correctionen alle so gewählt, dass sie eher zu gross als zu klein sind und dass somit die angegebene Menge unverdaulichen Eiweisses eher zu niedrig als zu hoch gegriffen ist. Für meinen Versuch darf ich also die Zahl 46,3% des unverdaulichen Eiweisses als eine Mindestzahl ansehen. Ein Vergleich zwischen den Resultaten der natürlichen und künstlichen Verdauung ergiebt, dass dieselben wenig differiren.

2. Fettausnutzung.

Fettaufnahme.	Fettausgabe.
55,61	8,25
52,61	—
49	—
58,9	0,4948
216,12	8,7448

= 4,05% unverdauten Fettes.

Von dem aufgenommenen Fett war:

Cacaofett.	Butterfett.
151 81	64

Da von dem Butterfett nach Rubner 2,7% im Koth erscheinen, so ist $64 \times 0{,}027 = 1{,}728$ gr. vom Fett meiner Fäces Butterfett.

Die 151,81 gr. aufgenommenen Cacaofettes lieferten also $8{,}7448 - 1{,}728 = 6{,}7468$ gr. Fett unverdaut in den Koth, = 4,62% unverdaulichen Fettes.

Das Cacaofett wurde also gut verdaut.

3. Die Ausnutzung der Stärke wurde nicht untersucht.

Wie ersichtlich, habe ich meinen Versuch bisher nur als Ausnutzungsversuch verwerthet. Für einen Stoffwechselversuch, wie er eigentlich beabsichtigt war, ist die Versuchzeit

zu kurz geblieben. Indessen stelle ich doch gegenüber die Gesammt-N-Mengen der 4 Tage:

N-Einnahme.	N im Koth.	N im Harn.
56,8358	13,943	44,6205

also nur ein Körperstickstoffverlust von 1,7277 gr. N fand statt. Der Gewichtsverlust betrug allerdings 800 gr.

C. Ertragbarkeit.

Wenn auch die Ertragbarkeit eines Nahrungsmittels für die Beurtheilung des Nährwerthes nicht so wichtig ist, als Zusammensetzung und Ausnutzbarkeit, so ist sie doch ein Factor, der nicht vernachlässigt werden darf, denn es ist ja klar, dass ein Nahrungsmittel, welches zwar vorzüglich in Zusammensetzung und Ausnutzbarkeit ist, aber nach der Aufnahme jedesmal starke subjective Beschwerden setzt, in seinem Werth bedeutend dadurch verliert. Wenn trotzdem die Ertragbarkeit nicht so sehr in den Anschlag gebracht werden darf bei der Beurtheilung eines Nahrungsmittels, so liegt das daran, dass sie individuell sehr verschieden ist. Was dem einen gut bekommt, bekommt dem andern schlecht. Mit der Ausnutzbarkeit geht die Ertragbarkeit, oder wie man im gewöhnlichen Leben sagt, die Bekömmlichkeit, durchaus nicht Hand in Hand. Manche Nahrungsmittel, z. B. die Milch, werden gut ausgenützt, aber von manchen Leuten schlecht ertragen; die gute Ausnutzung kann dann noch eintreten trotz und nach der schlechten Ertragung.

Da die Ertragung eines Nahrungsmittels nicht allein bedingt ist, durch die individuell verschiedene Reactionsart des Darmkanals, sondern vor allem auch durch die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Nahrungsmittels und seine Veränderungen, welche letzteren in gesunden Verdauungsapparaten im Allgemeinen gleich ablaufen werden, so ist eine vorsichtige Verallgemeinerung auch in Bezug auf die Ertragbarkeit erlaubt, aber natürlich erst dann, wenn Resultate an einer Reihe von gesunden Personen gewonnen sind.

Was meinen eigenen Versuch betrifft, so nahm ich den Cacao, wie er gewöhnlich genommen wird, in einem wässerigen Aufguss mit Zucker und zwar so, dass ich Morgens, Mittags und Abends 40—60 gr. Cacao mit 20 gr. Zucker und 350 gr. Wasser bereitete und das Getränk in kurzer Zeit zu mir nahm. Jedesmal, wenn ich 50 gr. oder mehr in dieser Form nahm, traten Beschwerden auf, bestehend in einem unangenehmen Gefühl von Völle und Druck in der Magengegend, in längere Zeit andauerndem Aufstossen von Gas oder auch in saurem Aufstossen, Sodbrennen, ja einmal eine gewisse Nausea, aber ohne dass Erbrechen eintrat. Diese Erscheinungen hielten bis zum letzten Tage an und schwanden nach Aufgabe der Cacaodiät. Als ich, da ich diese Erscheinungen als subjective auffasste, einem jungen Mann, der einen besonders guten Magen zu haben sich rühmte, eines Abends einen Aufguss von 40 gr. Cacao gab, ertrug er es ohne Beschwerden, als ich ihm am nächsten Morgen, da er noch nüchtern war, ein Infus von 50 gr. Cacao mit 20 gr. Zucker gab, traten dieselben Beschwerden ein, die bei mir so oft vorhanden gewesen waren, nur in stärkerem Grade, denn es erfolgte Erbrechen und die Beschwerden dauerten einen halben Tag. Es fehlten diese Erscheinungen, wenn ich die Mengen von Cacao nahm, die man gewöhnlich gebraucht, nämlich 8—10 gr. auf 2 Tassen Wasser.

Indessen hörte ich bei Erkundigungen auch von andern Leuten ähnliche Beschwerden nach gewöhnlichem Gebrauch.

Wollte man die an nur zwei Personen gewonnenen Erfahrungen verallgemeinern, so könnte man sagen, dass eine dauernde grössere Cacaozufuhr in Folge der schlechten Ertragbarkeit, die dann eintritt, undurchführbar ist.

Es liegt am nächsten, das Cacaofett als Ursache dieser Beschwerden anzuschuldigen, das ja selbst im ausgepressten Handelspulver noch in 33 % vorhanden war. Auch sonst verursachen ja sehr fettreiche Speisen ähnliche Erscheinungen. Ich nahm einmal, um darüber ein Urtheil zu gewinnen, 150 gr. Fleisch, gebraten in 30 gr. Cacaobutter, wie sie durch Auspressen in der Fabrik gewonnen wird und durch beige-

mischten Cacao noch bräunlich gefärbt ist. Gefühl von Völle, Aufstossen trat, wenn auch in geringem Masse, ein.

Unter solchen Umständen wäre es also rathsam, den Cacao, ehe er in den Handel kommt, möglichst weit zu entfetten; das würde nicht bloss seine Ertragbarkeit, sondern auch die Ausnutzbarkeit der Eiweissstoffe erhöhen, sowie deren Procent-Gehalt. Ferner ist als Ertragbarkeit und Ausnutzung des Cacaos hemmende Substanz die reichlich in ihm enthaltene Gerbsäure zu nennen, von der Zipperer 5,49 % (Gerbsäure und Phlobaphene) angibt; die Gerbsäure fällt die Verdauungsfermente und bildet mit den Eiweissstoffen unlösliche Verbindungen. Ihr ist wohl auch die verstopfende Wirkung des Cacaos zuzuschreiben, welche sich auch bei mir zeigte und in dem sinkenden Wassergehalt der Fäces auf der Tabelle derselben ihren Ausdruck fand.

Ein weiterer Grund für die schlechte Ausnutzbarkeit der Cacaoeiweisse dürfte darin gelegen sein, dass sie in Folge der Rottung und des Röstens in einen Zustand übergeführt sind, der sie nicht bloss den Extractionsflüssigkeiten, sondern auch den Verdauungssäften gegenüber schwer angreifbar gemacht hat.

Eine Bearbeitungsmethode, welcher ein grosser Theil des Cacaos noch zuletzt, bevor er in den Handel kommt, nach dem Rösten und der Auspressung der Cacaobutter, unterworfen wird, habe ich nicht berücksichtigt, die sogenannte «Aufschliessung». Dieselbe hat den Zweck, den Cacao leichter emulgirbar, «löslicher» zu machen und besteht in einem Einquellen des Cacaos in einer K_2CO_3- oder Na_2CO_3-Lösung oder in NH_4Cl-Lösung und Erhitzen der Lösungen. Veränderungen, die dabei eintreten, habe ich also bisher nicht berücksichtigt, sondern alle meine Versuche beziehen sich auf nicht «aufgeschlossenen» Cacao, wie er ebenfalls im Handel vorkommt und genossen wird.

Beurtheile ich zum Schluss den Nährwerth des Cacao zusammenfassend, indem ich mich, weil rohe Bohne und Masse nicht genossen werden, an das Handelspulver halte, so ist zunächst kein Zweifel, dass dasselbe vermöge seiner Zusammen-

setzung «16,608% Eiweiss, 33% Fett, 12,146% Stärke», den Rang eines Nahrungsmittels beanspruchen darf. In Folge seiner Zusammensetzung würde es sogar ein hervorragendes Nahrungsmittel sein, wenn nicht sein Nährwerth geschmälert würde durch die schlechte Ausnutzbarkeit und Ertragbarkeit. In Folge letzterer Eigenschaften kann er in keinem Falle das leisten, was Payen und Rabuteau und in geringerem Grade auch Mitscherlich von ihm erwartete, nämlich für kürzere oder gar längere Zeit die alleinige Nahrung des Menschen ohne Schaden bilden, denn mit 500 gr. vom Handelspulver würde man sich nur 83 gr. Eiweiss, 165 gr. Fett, 60,7 gr. Stärke zuführen, und da von diesen 83 gr. Eiweiss nur die Hälfte resorbirt wird, müsste man fast 1 kg. Cacao sich zuführen, wollte man den Eiweissbestand des Körpers erhalten. Kein Mensch würde eine solche tägliche Cacaoaufnahme ertragen oder auch nur fertig bringen. Wenn also der Cacao zwar auch Rabuteau's Erwartungen nie erfüllen wird, so ist damit natürlich sein Nährwerth keineswegs abgethan. Nahrungsmittel, deren alleinige Zufuhr das Leben des Menschen auf die Dauer erhalten kann, gibt es ja überhaupt sehr wenige. Indessen, auch davon abgesehen, ist bei der gewöhnlichen und gut ertragenen Aufnahmeweise des Cacaos, wie sie im gewöhnlichen Leben gehandhabt wird, der von ihm ausgehende Nähreffect kein sehr bedeutender. Zu einer Tasse Cacao werden gewöhnlich 5 höchstens 10 gr. Cacao benutzt, mehr als 50 gr. Cacao werden darum täglich kaum aufgenommen, meistens weniger. 50 gr. enthalten 8,25 gr. Eiweiss, 17,5 gr. Fett, 6,07 gr. Stärke, zur Resorption kommen vom Eiweiss nur etwa 5,0 gr. Zum Vergleich sei daneben gestellt, dass 200 gr. Milch, 7,0 gr. Eiweiss, 7,0 gr. Fett, 9 gr. Milchzucker und 2 Eier 12 gr. Eiweiss und 12 gr. Fett enthalten.

Zum Schlusse ist es mir ein Bedürfniss, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Hoppe-Seyler, für gütige Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Litteraturnachweis.

Die Litteratur früherer Jahrhunderte siehe bei Mitscherlich.

A. Mitscherlich. Der Cacao und die Chocolade. Berlin 1859.

A. W. Lampadius. 1828. Technisch-chemische Bearbeitung der Cacaobohnen. (Erdmann's Journ. f. techn. Chemie, II, 137.)

Boussingault. Die Landwirthschaft. 1854. Deutsch durch Wolf.

A. Payen. Des substances alimentaires. 1856.

A. Tuchen. Ueber die organischen Bestandtheile des Cacao. Dissertation. Göttingen 1857.

Chevallier. Mémoire sur le chocolat. (Annales d'hygiène publ. et médecine légale. Tome 36. 1871.)

Rabuteau. Sur un moyen propre à annuler les effets de l'alimentation insuffisante. (Compte-rendus des séances de l'académie des sciences. Tome 71. 1870.

P. Trojanowsky. Beitrag zur pharmak. u. chem. Kenntniss des Cacaos. Dissert. Dorpat 1875.

Heisch. (Journal of the chemical society. T. II, pag. 212.)

Bensemann Cacao u. Chocoladenanalysen. (Rep. d. anal. Chemie, 1884.)

P. Zipperer. Untersuchungen über Cacao und dessen Präparate. Leipzig 1887.

A. Stutzer. Untersuchungen über die Einwirkung von Verdauungsfermenten auf Proteïnstoffe. Zeitschrift für physiologische Chemie. Band IX, S. 206, 529. Band X.

Th. Pfeiffer. Methode zur Bestimmung des Stoffwechselantheils in N der Fäces. Zeitschrift für physiologische Chemie. Band X, S. 562.

H. Rieder. Bestimmung der Menge des in dem Koth befindlichen, nicht von der Nahrung herrührenden Stickstoffs. Zeitschrift für Biologie. Band XX, 1884.

J. König. Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel. S. 625. II. Aufl. 1883.

Kellner. Centralblatt für Agrikulturchemie 1880.

A. Stutzer. Journal für Landwirthschaft 1881. S. 473.

A. Rubner. Lehrbuch der Hygiene. 4. Aufl. 1892. S. 457.

Druckerei der «Str. N. N.», vorm. H. L. Kayser.